

Aus der Medizinischen Universitätsklinik Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. E. W o l l h e i m

Würzburg 1963
THESIS
DER EINFLUSS EINES AKUTEN KALIUMENTZUGES
AUF BLUTDRUCK UND HERZFREQUENZ DES HUNDES

I N A U G U R A L - D I S S E R T A T I O N

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Peter Suchan
aus Breslau

Würzburg 1963

Aus der Medizinischen Universitätsklinik Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. E. W o l l h e i m

DER EINFLUSS EINES AKUTEN KALIUMENTZUGES
AUF BLUTDRUCK UND HERZFREQUENZ DES HUNDES

I N A U G U R A L - D I S S E R T A T I O N

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Peter Suchan
aus Breslau

Würzburg 1963

Referent: Professor Dr. med. E. W o l l h e i m

Tag der Promotion: **1. 8. 63**

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg



Digitized by the Internet Archive
in 2025

EINLEITUNG

Änderungen der Kaliumkonzentration im Extrazellulärraum können den Gefäßtonus und die Erregungsbildung des Herzens beeinflussen. Die Infusion von Kaliumsalzen hat nach den Untersuchungen von BRAUN (1904), MATHISON (1911) und CICARDO (1950) eine vorübergehende Blutdruckerhöhung zur Folge, die auf einer peripheren Vasokonstriktion beruht. Nach HAZARD (1935) und BOISSIER (1958) ist diese Blutdruckerhöhung durch eine Stimulierung der Adrenalinsekretion bedingt. Im gleichen Sinne sprechen die Untersuchungen von HUG (1937), der bei Hunden ein gleichsinniges Verhalten von Kalium- und Adrenalingaben auf den Gefäßtonus beobachtete.

Ein chronischer, diätetisch erzeugter Kaliummangel führt nach FRIEDMAN, FREED und ROSENMAN (1951) bei der Ratte zu einer Blutdrucksenkung; PERERA (1953) konnte diese tierexperimentellen Ergebnisse bei Patienten mit essentieller Hypertonie bestätigen. Er fand bereits nach einer 3-4-tägigen kaliumfreien Diät einen allerdings nur vorübergehenden Abfall des arteriellen Blutdruckes.

Auf der anderen Seite können Erkrankungen, die auf einer gesteigerten Aktivität der Nebennierenrinde beruhen, wie ein primärer Aldosteronismus und ein Morbus Cushing, trotz niedrigem Plasmakalium mit einer Hypertonie einhergehen.

Auf die Herzfrequenz hat nach den Untersuchungen von GROSS (1903) ein Kaliummangel in der Durchströmungsflüssigkeit eines isolierten Säugetierherzens eine frequenzsteigernde Wirkung, während eine Kaliumzufuhr zu einer Verlangsamung der Herzaktion führt (HOFMANN, 1915). Nach KISCH (1926) bewirkt eine Erhöhung der extrazellulären Kaliumkonzentration zunächst eine vorübergehende Frequenz-

steigerung, der bei weiterer Zunahme der Kaliumkonzentration eine Abnahme der Herzfrequenz und schließlich ein Herzstillstand in der Diastole folgt.

Diese z.T. widersprechenden Befunde veranlaßten uns, das Verhalten von arteriellem Blutdruck und Herzfrequenz bei akutem, isolierten Kaliumentzug am Hunde zu untersuchen. Die Untersuchungen erschienen insofern aktuell, als Hypokaliämien als Folge einer weitverbreiteten saluretischen Therapie an Häufigkeit zugenommen haben (WOLLHEIM, 1961). Die dadurch hervorgerufenen pathophysiologischen Veränderungen des Kreislaufs werden oft allein auf die Hypokaliämie bezogen, obwohl zumeist eine komplexe Elektrolytstörung vorliegt.

Als Versuchsanordnung bot sich die extrakorporale Dialyse an, die es ermöglicht, eine isolierte Elektrolytveränderung in kürzester Zeit zu erzeugen.

II

MATERIAL UND METHODIK

30 Bastardhunde beiderlei Geschlechts mit einem Körpergewicht zwischen 30,0 und 7,5 kg wurden über einen Zeitraum von 6 bis 14 Stunden gegen eine kaliumfreie Spülflüssigkeit dialysiert. Für die vorliegende Arbeit wurden die ersten 6 Stunden der Dialysen ausgewertet. Die Narkose wurde mit 25 mg/kg Körpergewicht Isobutylbromalyl-Natriumbarbiturat (Pernocton) intravenös eingeleitet und mit Urethan (1,75 %ig in 0,9 %iger NaCl-Lösung) durch intravenösen Dauertropf unterhalten. Zur Vermeidung temperaturbedingter Änderungen der zu untersuchenden Kreislaufgrößen wurde die Temperatur der Tiere durch einen aufheizbaren Operationstisch konstant gehalten. Die narkotisierten Tiere wurden in Rückenlage arretiert. Der arterielle Mitteldruck wurde blutig in der Arteria femoralis über geeichte Statham-Elemente optisch registriert und mit einem Schwarzer-6-Kanal-Direktschreiber fortlaufend geschrieben. Die Bestimmung der Herzfrequenz erfolgte durch Ausmessen dreier Kammerkomplexe des gleichzeitig registrierten EKGs.

Nach einer Vorbeobachtungsperiode von 2 Stunden wurden die Hunde mit dem Plattendialysator Nephra II dialysiert, dessen Oberfläche je Kammer 6000 cm² beträgt. Alle Dialysen wurden arteriovenös über die freipräparierten Femoralgefäße durchgeführt.

Die Auffüllung des Kammersystems erfolgte bei 25 Tieren mit jeweils 200 ml 5 %igem Rinderalbumin, bei den restlichen 5 Tieren wurde heparinisiertes frisches Spenderblut verwendet. Die Tiere erhielten vor Beginn der Dialyse 5000 iE Heparin und im weiteren Verlauf stündlich 500 iE intravenös, womit die Gerinnungszeit zwischen 15 und 30 Minuten gehalten werden konnte.

Zur Verhütung einer Ultrafiltration bzw. einer Überwässerung der Tiere erfolgten fortlaufende Kontrollen des Körpergewichtes auf einer vollautomatischen Bockwaage.

Das Dialysierbad hatte in mVal/l bzw. mg% folgende Zusammensetzung: Na 144, Cl 109, HCO_3 36, Ca 3,4, Mg 3, Glukose 130 und Harnstoff 20. Der pH der Spüllösung wurde durch Gabe von Milchsäure und 5 %iger CO_2/O_2 -Insufflation auf 7,35 eingestellt. Die Temperatur der Spülflüssigkeit wurde mittels eines Kontaktthermometers auf $38,5^{\circ}\text{C}$ konstant gehalten. Zur Aufrechterhaltung eines hohen Kaliumkonzentrationsgefälles wurde die Spüllösung in zwei-stündigem Abstand gewechselt. Die Bestimmung der Plasmaelektrolyte Natrium und Kalium erfolgte in stündlichen Abständen mittels flammenphotometrischer Doppelbestimmung.

Zum Vergleich der Ergebnisse wurden sodann 20 Bastardhunde mit einem Körpergewicht zwischen 30,6 und 8,5 kg in der gleichen Versuchsanordnung gegen eine *normoionene* Spülflüssigkeit, die Kalium in isoioner Konzentration von 3,9 mVal/l enthielt, dialysiert.

Auf Grund der Auffüllung der Kammer mit 5 %igem Rinderalbumin oder Spenderblut erfolgte eine Unterteilung des Gesamtkollektivs ($n = 50$) in 4 Gruppen:

Gruppe 1 ($n = 25$): Dialyse gegen kaliumfreie Lösung bei Auffüllung des Kammer-systems mit 5 %igem Rinderalbumin,

Gruppe 2 ($n = 5$) : Dialyse gegen kaliumfreie Lösung bei Auffüllung der Kammer mit heparinisiertem, frischen Spenderblut,

Gruppe 3 ($n = 15$): Normoione Dialyse mit 5 %iger Rinderalbuminauffüllung der Kammer und

Gruppe 4 ($n = 5$) : Normoione Dialyse unter Verwendung von heparinisiertem frischen Spenderblut.

Die statistischen Berechnungen erfolgten nach dem Student-Test.

III

ERGEBNISSE

Bei den 50 Tieren schwankte der arterielle Mitteldruck vor Beginn der Dialyse zwischen 145 und 80 mm Hg; er betrug im Mittel 114,6 mm Hg.

Die Herzfrequenz lag im Gesamtkollektiv vor Anschluß an den Dialysator zwischen 210 und 124 Schlägen in der Minute und betrug im Mittel 171 Schläge/min.

Der Ausgangswert des Plasmakaliums schwankte bei einem Mittelwert von 3,8 mVal/l zwischen 4,4 und 2,56 mVal/l.

In Gruppe 1 ($n = 25$) lag der arterielle Mitteldruck vor Beginn der Dialyse bei $114 \pm 14,8$, zwei Stunden nach Anschluß bei $109 \pm 17,7$, nach 4 Stunden bei $105 \pm 21,1$ und war nach 6-stündiger Dialyse auf $98 \pm 18,8$ mm Hg abgefallen.

Die Herzfrequenz dieser Tiere zeigte bei einem Wert von $166 \pm 20,2$ in der Vorbeobachtungsperiode zwei Stunden nach Anschluß an den extrakorporalen Kreislauf einen Anstieg auf $182 \pm 34,7$, nach 4 Stunden auf $186 \pm 23,8$, um dann allerdings bis zum Ende der Dialyse geringfügig auf $184 \pm 23,3$ Schläge/min. abzufallen.

Das Plasmakalium zeigte in dieser Gruppe einen stetigen Abfall, wobei es in den ersten beiden Stunden zu der stärksten Senkung des Kaliumspiegels kam. Im einzelnen ergaben sich folgende Werte: Der Ausgangswert lag bei $3,53 \pm 0,46$, zwei Stunden später war das Kalium auf $2,38 \pm 0,435$, nach 4 Stunden auf $2,22 \pm 0,36$ gefallen, und nach 6 Stunden waren die tiefsten Kaliumwerte mit $2,15 \pm 0,36$ mVal/l im Mittel erreicht.

In der zweiten Gruppe ($n = 5$) kam es bei einem arteriellen Mitteldruck von $119 \pm 8,9$ vor der Dialyse zu einem Abfall nach zwei Stunden auf $87 \pm 19,2$, dem ein weiterer

Abfall auf $79 \pm 10,3$ nach 4 Stunden und auf $66 \pm 19,4$ mm Hg nach 6 Stunden folgte.

Die Herzfrequenz lag anfangs bei $180 \pm 17,1$, um dann in den ersten beiden Stunden nach Anschluß an den Dialysator auf $171 \pm 24,2$ Schläge/min. leicht abzufallen. 4 Stunden nach Dialysebeginn kam es wieder zu einem Anstieg bis $178 \pm 18,0$. Nach 6 Stunden hatte die Herzfrequenz mit einem Wert von $181 \pm 19,2$ Schläge/min. den Ausgangswert wieder erreicht.

Auch in der zweiten Gruppe kam es zu einem deutlichen Abfall des Plasmakaliums besonders in den ersten beiden Stunden nach Anschluß, und zwar fiel das Kalium von einem Anfangswert von $3,8 \pm 1,1$ auf $2,6 \pm 0,3$ nach zwei Stunden und auf $2,43 \pm 0,49$ nach 4 Stunden ab und erreichte nach 6 Stunden $2,22 \pm 0,54$ mVal/l.

Der Abfall des Plasmakaliums verhielt sich in Gruppe 1 und 2 annähernd gleich. Er zeigte bei allen kaliumfreien Dialysen folgendes Verhalten: Ausgangswert $3,56 \pm 0,47$, nach 60 min. $2,35 \pm 4,3$, nach 120 min. $2,42 \pm 0,44$, nach 180 min. $2,26 \pm 0,41$, nach 240 min. $2,26 \pm 0,38$, nach 300 min. $2,15 \pm 0,39$ und nach 360 min. $2,09 \pm 0,13$ mVal/l (vergl. hierzu Diagramm 1).

Bei der normoionien Dialyse hatten die Tiere der dritten Gruppe ($n = 15$) als Ausgangswert einen arteriellen Mitteldruck von $111 \pm 17,8$, der nach zweistündiger Dialyse auf $105 \pm 12,6$, nach 4 Stunden auf $101 \pm 14,3$ und nach 6 Stunden bis $99 \pm 13,6$ mm Hg abgefallen war.

Die Herzfrequenz stieg von $169 \pm 27,7$ nach zwei Stunden auf $179 \pm 38,6$, nach 4 Stunden auf $182 \pm 41,5$ Schläge in der Minute an, um nach 6-stündiger Dialyse $193 \pm 31,1$ Schläge/min. zu erreichen.

Das Kalium blieb bei einem Ausgangswert von $3,5 \pm 0,36$ und einem Endwert von $3,48 \pm 0,36$ mVal/l nach 6-stündiger Dialyse praktisch konstant, wobei der Zwei- und der Vierstundenwert jeweils bei $3,58 \pm 0,33$ bzw. $3,58 \pm 0,23$ mVal/l lagen.

Die Ergebnisse der vierten Gruppe schlüsselten sich wie folgt auf: Der arterielle Mitteldruck lag vor Beginn der Dialyse bei $118 \pm 10,9$ mm Hg. Er war nach zwei Stunden auf $88 \pm 23,6$, nach 4 Stunden auf $79 \pm 10,3$ und nach 6 Stunden bis $66 \pm 19,4$ mm Hg abgefallen.

Anfangs- und Endwert der Herzfrequenz dieser vierten Gruppe wiesen mit $180 \pm 17,1$ bzw. $181 \pm 19,2$ Schlägen in der Minute kaum Schwankungen auf, wobei der Zweistundenwert bei $170 \pm 24,4$ und der Vierstundenwert bei $175 \pm 11,2$ Schlägen/min. lagen.

Auch das Plasmakalium zeigte in dieser Gruppe bei einem Ausgangswert von $4,06 \pm 0,3$, einem Zweistundenwert von $4,06 \pm 0,26$, einem Vierstundenwert von $4,05 \pm 0,3$ und einem Endwert von $3,96 \pm 0,23$ mVal/l ein nahezu konstantes Verhalten.

(Ausgangsmittelwerte der vier Gruppen mit Streuung der Einzelwerte sowie Verlaufswerte in zweistündigen Abständen s. Tab. 1 und 2 sowie Abb. 2 und 3).

IV

DISKUSSION

Nach den vorliegenden Untersuchungen hat ein akuter Kaliumentzug mittels der extrakorporalen Dialyse beim Hunde einen statistisch signifikanten Anstieg der Herzfrequenz von 166 auf 186 Schläge/min. nach 4 Stunden bzw. auf 184 Schläge in der Minute nach 6 Stunden zur Folge ($p < 0,005$ bzw. $p < 0,01$).

Gleichzeitig kommt es zu einem signifikanten Abfall des arteriellen Mitteldruckes von 114 auf 98 mm Hg nach 6 Stunden ($p < 0,005$).

Die Befunde stehen hinsichtlich der Herzfrequenz sowohl in Übereinstimmung mit den von GROSS (1903) und KISCH (1926) erhobenen Befunden am isolierten Säugetierherzen, als auch mit einer von WELLER (1955) beim Hunde unter ähnlichen Versuchsbedingungen beobachteten Zunahme der Herzfrequenz um 27 Schläge in der Minute.

Es wäre aber verfrüht, diese Befunde als kaliummangel-spezifisch anzusehen, zumal der Anschluß an die künstliche Niere nach den Untersuchungen von HÖCHREIN, HEIDLAND und KLÜTSCH (1961) mit einer erheblichen Umstellung des Kreislaufs verbunden sein kann. Die von diesen Autoren beim Hunde festgestellte Zunahme des Herzminutenvolumens bis um 80 % ging einheitlich mit einer Zunahme der Herzfrequenz einher. Die vorliegenden Befunde bei 15 normoionenen Dialysen (Gruppe 3) bestätigen erneut den Anstieg der Herzfrequenz unter der extrakorporalen Dialyse.

Auch dieser Anstieg ist statistisch signifikant ($p < 0,005$). Dagegen ist der Abfall des arteriellen Mitteldruckes von 111 auf 99 mm Hg nach 6 Stunden Dialysedauer insignifikant ($p > 0,05$).

Bei vergleichender Betrachtung der Gruppen 1 und 3 ergibt sich zunächst, daß es sich hierbei hinsichtlich der Herzfrequenz, des arteriellen Mitteldruckes und des Plasmakaliums um vergleichbare Kollektive handelt, da die biologische Streuung der Einzelwerte zu jeweils mehr als 60 % im Zufallsbereich liegt.

Die Herzfrequenz zeigt im Verlauf sowohl der kaliumfreien als auch der normoionenen Dialyse eine annähernd gleiche Zunahme in den Gruppen 1 und 3. Hieraus kann geschlossen werden, daß dieser Anstieg in unserer Versuchsanordnung nicht allein durch den Kaliummangel, sondern auch durch den Anschluß an die extrakorporale Dialyse und der damit verbundenen hämodynamischen Umstellung bedingt ist.

Der arterielle Mitteldruck weist bei der normoionenen Dialyse einen wahrscheinlich methodisch bedingten, jedoch insignifikanten Abfall auf. Der Blutdruckabfall von $114 \pm 18,8$ auf $98 \pm 18,8$ mm Hg im Verlaufe einer 6-stündigen Dialyse ist zwar im Kollektiv der kaliumfreien Dialysen statistisch signifikant ($p < 0,005$), jedoch blieb in Einzelfällen der Mitteldruck trotz Senkung des Kaliums von 3,7 auf 1,73 mVal/l bzw. von 3,32 auf 1,48 mVal/l völlig konstant.

Anders verhalten sich jedoch Herzfrequenz und arterieller Mitteldruck nach Auffüllung des KammerSystems mit heparinisiertem frischen Spenderblut. Hierbei kommt es sowohl bei normoionener als auch kaliumfreier Dialyse zu einem starken progredienten Abfall des Mitteldruckes von 116 auf 66 bzw. 119 auf 63 mm Hg nach 6 Stunden, während der zu erwartende Anstieg der Herzfrequenz ausbleibt. Dabei entspricht der Abfall des Plasmakaliums quantitativ den bei Auffüllung des KammerSystems mit Albumin gefundenen Werten. Daraus kann gefolgert werden, daß der fehlende Anstieg der Herzfrequenz und der einheitlich starke Abfall des arteriellen Mitteldrucks sowohl bei der normoionenen als auch der kaliumfreien Dialyse bei Auffüllung des KammerSystems mit Spenderblut auf eine Unverträglichkeitsreaktion der Hunde mit dem Spenderblut zurückzuführen ist.

Die gleichen Beobachtungen machte MAHER (1956) bezüglich Blutdruck und Herzfrequenz bei der normoionenen Dialyse des Hundes, wenn das Kammer-system mit Spenderblut aufgefüllt worden war.

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß bei der experimentellen Dialyse des Hundes eine Auffüllung des Kammer-systems mit 5 %igem Albumin den in der Literatur beschriebenen Abfall des arteriellen Mitteldrucks verhindert.

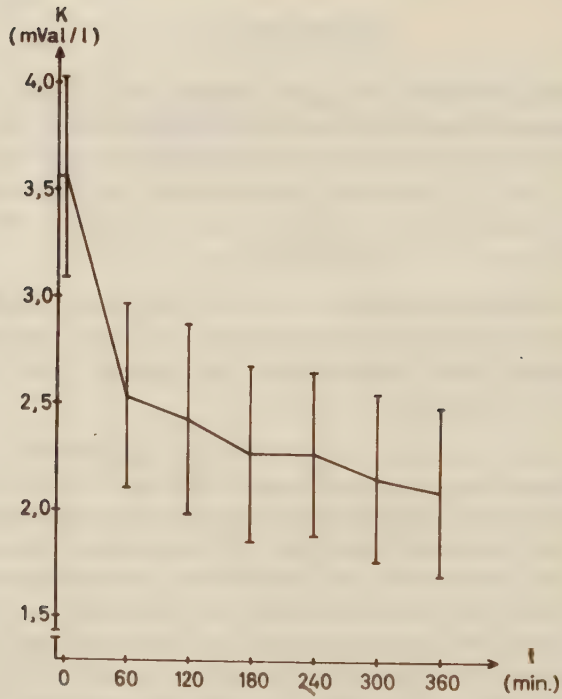
V

ZUSAMMENFASSUNG

Bei 25 Hunden führte ein akuter Kaliumentzug mittels der extrakorporalen Dialyse über einen Zeitraum von 6 Stunden zu einem Abfall des Plasmakaliums von 3,5 auf 2,15 mVal/l im Mittel. Gleichzeitig fiel der arterielle Mitteldruck im Kollektiv um 16 mm Hg ab, die Herzfrequenz nahm um 18 Schläge/min. zu.

Im Vergleich hierzu führte eine Dialyse gegen eine normokalämische Spülflüssigkeit ebenfalls zu einem Anstieg der Herzfrequenz um 24 Schläge/min. Der arterielle Mitteldruck fiel um 12 mm Hg ab.

Daraus wird gefolgert, daß ein akuter Kaliumentzug zu einem Abfall des arteriellen Mitteldruckes führen kann, jedoch keinen sicheren Einfluß auf die Herzfrequenz hat. Der in der Literatur gelegentlich beschriebene extreme Abfall des arteriellen Blutdruckes bei akutem Kaliumentzug mittels der extrakorporalen Dialyse beruht nach den vorliegenden Untersuchungen auf der Kammerfüllung des Dialysators mit Spenderblut und einer daraus resultierenden Unverträglichkeitsreaktion. Für die experimentelle Dialyse des Hundes ist die Auffüllung des KammerSystems mit 5 %igem Rinderalbumin der Verwendung von Spenderblut vorzuziehen.



Diagr. 1 zeigt den Abfall des Plasmakaliums während kaliumfreier Dialysen (Mittelwerte mit Streuung σ , $n = 30$).

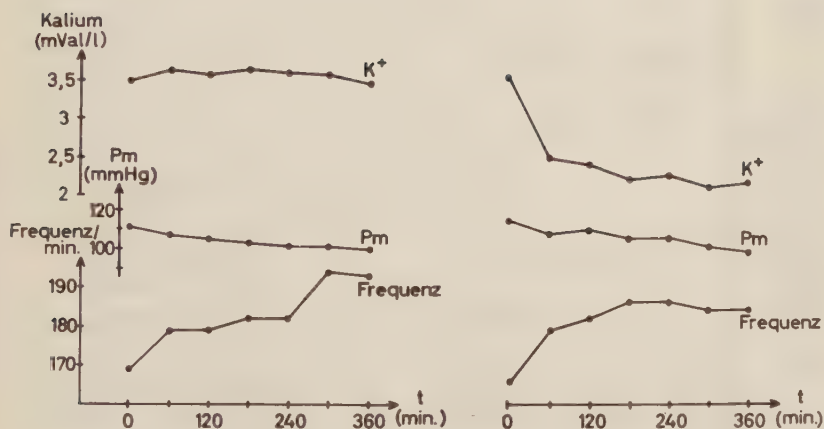


Abb. 2 zeigt das Verhalten von Plasmakalium, arteriellem Mitteldruck und Herzfrequenz während normoioner ($n = 15$) und kaliumfreier Dialysen ($n = 25$) bei Auffüllung des Kammerystems mit 5%igem Rinderalbumin (Mittelwerte).

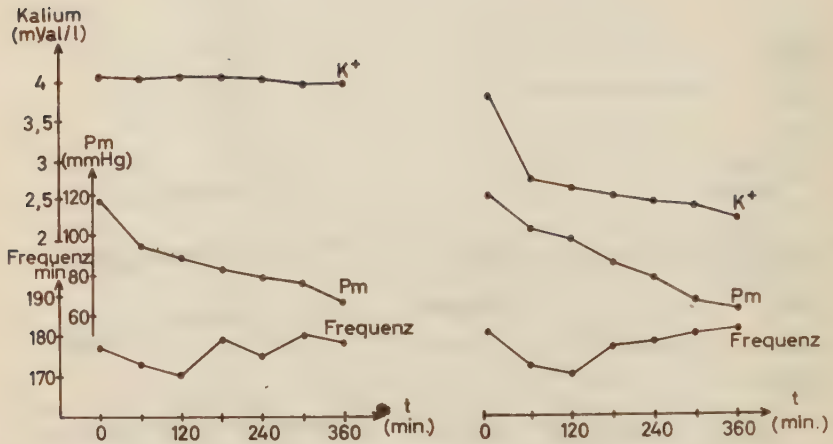


Abb. 3 zeigt das Verhalten von Plasmakalium, arteriellem Mitteldruck und Herzfrequenz während normoioner ($n = 5$) und kaliumfreier Dialysen ($n = 5$) bei Auf-füllung des Kammer-systems mit frischem heparini-sierten Spenderblut (Mittelwerte).

	Vorperiode (Q)		120	240	360	min	
N							
K ⁺ Σ Σ	3,5	0,36 0,1	3,58 0,33 0,08	3,58 0,23 0,06	3,48 0,36 0,1	mVel./l	t ₀₋₂ = 0,61 t ₀₋₄ = 0,87 t ₀₋₆ = 0,188 p > 0,5 p > 0,3 p > 0,8
Hy							
K ⁺ Σ Σ	3,53	0,46 0,092	2,38 0,435 0,09	2,22 0,36 0,072	2,15 0,36 0,072	mVel./l	t ₀₋₂ = 9,18 t ₀₋₄ = 11,33 t ₀₋₆ = 12,0 p < 0,001 p < 0,001 p < 0,001
N							
Pm Σ Σ	111	17,8 4,6	105 12,6 3,26	101 14,38 3,72	99 13,6 3,51	mmHg	t ₀₋₂ = 1,07 t ₀₋₄ = 1,69 t ₀₋₆ = 2,06 p < 0,2 p > 0,1 p > 0,05
Hy							
Pm Σ Σ	114	14,8 2,96	109 17,7 3,54	105 20,1 4,2	98 18,8 3,76	mmHg	t ₀₋₂ = 1,08 t ₀₋₄ = 1,78 t ₀₋₆ = 3,40 p < 0,2 p > 0,05 p < 0,005
N							
Frequ. Σ Σ	169	27,7 7,16	179 38,6 10,2	182 41,5 10,7	193 31,1 8,05	/min.	t ₀₋₂ = 0,81 t ₀₋₄ = 1,02 t ₀₋₆ = 2,24 p > 0,4 p > 0,3 p < 0,05
Hy							
Frequ. Σ Σ	166	20,2 4,0	182 34,7 6,9	186 23,8 4,7	184 25,2 4,6	/min.	t ₀₋₂ = 2,02 t ₀₋₄ = 3,27 t ₀₋₆ = 2,95 p > 0,05 p < 0,005 p < 0,01
N							

Tab. 1 zeigt die Mittelwerte von Plasmakalium (K⁺), arteriellem Mitteldruck (pm) und Herzfrequenz (Frequ.) mit Streuung der Einzelwerte σ und des Mittelwertes $\bar{x}$ im Verlaufe 15 normotener (N) und 25 hypokalämischer (Hy) Dialysen. Daneben gibt sie die Signifikanzberechnung im Verlaufe der Dialysen wieder. t₀₋₂ entspricht dabei dem Unterschied zwischen Vorperiode und 2-Stundenwert, t₀₋₄ dem zwischen Vorperiode und 4-Stundenwert und t₀₋₆ dem zwischen Vorperiode und 6-Stundenwert (Auffüllung des Kammerstroms mit 5%igem Kinderalbumin).

	Vorperiode (0)		120	240	360	min.	
N							
K ⁺	4,06	0,315	4,06	4,05	3,96	MVal./l	$t_{0-2} = 0$ $t_{0-4} = 0,13$ $t_{0-6} = 0,59$ $p > 0,9$ $p > 0,5$
λ		0,14	0,256	0,12	0,23	0,10	
Hy							
K ⁺	3,8	1,1	2,6	2,43	2,22	mVal./l	$t_{0-2} = 2,33$ $t_{0-4} = 2,54$ $t_{0-6} = 2,89$ $p > 0,05$ $p > 0,05$ $p < 0,05$
λ		0,45	0,307	0,14	0,537	0,24	
1				0,22			
	$t=0,55$	$p > 0,5$	$t=8,26$	$p < 0,001$	$t=5,96$	$p < 0,001$	
N							
Pm	118	10,9	88	7,9	66	mmHg	$t_{0-2} = 2,56$ $t_{0-4} = 5,82$ $t_{0-6} = 5,30$ $p > 0,05$ $p > 0,02$ $p < 0,01$
λ		4,9	23,6	10,3	19,4	8,6	
Hy							
Pm	119	2,9	97	77	63	mmHg	$t_{0-2} = 2,22$ $t_{0-4} = 5,00$ $t_{0-6} = 10,76$ $p > 0,05$ $p < 0,01$ $p < 0,001$
λ		3,99	13,2	16,7	7,5	3,36	
2				7,4			
	$t=0,158$	$p > 0,8$	$t=0,073$	$p > 0,9$	$t=0,316$	$p > 0,7$	
N							
Frequ.	177	16,4	170	175	178	/min.	$t_{0-2} = 0,33$ $t_{0-4} = 0,22$ $t_{0-6} = 0,094$ $p > 0,6$ $p > 0,8$ $p > 0,9$
λ		7,3	24,4	11,2	19,6	8,6	
2			10,9	5,02			
Hy							
Frequ.	180	17,1	171	178	181	/min.	$t_{0-2} = 0,75$ $t_{0-4} = 0,22$ $t_{0-6} = 0,08$ $p > 0,4$ $p > 0,8$ $p > 0,9$
λ		7,6	24,2	10,0	19,2	8,6	
2			10,8	4,48			
	$t=0,264$	$p > 0,7$	$t=0,0065$	$p > 0,99$	$t=0,254$	$p > 0,8$	

Tab. 2 zeigt ebenfalls die Mittelwerte von Plasmapotential (K^+), arteriellem Mitteldruck (pm) und Herzfrequenz (Frequ.) mit Streuung der Einzelwerte σ und des Mittelwertes $\bar{C}$ im Verlauf 5 normotoner (K) und 5 hypokalemischer (Hy) Dialysen sowie die Signifikanzberechnungen im Verlauf der Dialysen. t_{0-2} entspricht dabei dem Unterschied zwischen Vorperiode und 2-Stundenwert, t_{0-4} dem zwischen Vorperiode und 4-Stundenwert und t_{0-6} dem zwischen Vorperiode und 6-Stundenwert (Aufüllung des Kammer Systems mit heparinisierten, frischen Spenderblut).

Herrn Professor Dr. med. E. W o l l h e i m
möchte ich für die Überlassung des Themas,
für das Referat der Arbeit und die Erlaubnis,
in der Klinik arbeiten zu dürfen, danken.

LITERATUR

- BOISSIER, J.R.: C.R.Ac.Sci.Paris 246, 2185 (1958)
- BRAUN, L.: Pflügers Arch. 103, 476 (1904)
- CICARDO, V.H.: C.R.Soc.Biol. 144, 1224 (1950)
- FRIEDMAN, M., S.C.FREED
a. R.H.ROSENMAN: J.clin.Invest. 30, 639 (1951)
- GROSS, E.: Pflügers Arch.ges.Physiol. 99, 264 (1903)
- HAZARD, R.: C.R.Ac.Sci.Paris 197, 1455 (1935)
- HOCHREIN, H., A.HEIDLAND
u. K.KLÜTSCH: 2. Freiburger Nierensymp., Thieme 1961
- HOFMANN, F.B.: Zschr.f.Biol. 66, 293 (1915)
- HUG, E.: Rev.Soc.argent.Biol. 13, 476 (1937)
- KISCH, B. Handb. d. norm.u.path.Physiol.
Bd. VII/1, S. 712, Berlin 1926
- MAHER, F.T., V.YOUNG,
L.C.WATKINS a. L.BOLLMAN: Proc. of the Staff of the Mayo Clinic
31, 350 (1956)
- MATHISON, G.C.: J.Physiol. 42, 471 (1911)
- PERERA, G.A.: J.clin.Invest. 32, 633 (1953)
- WELLER, J.M., B.LOWN,
R.V.HOIGNE, N.F.WYATT,
MCRISCITIELLO, J.P.MER-
RIL a. S.L.LEVINE: Circulation 11, 44 (1955)
- WOLLHEIM, E.: Münch,med.Wschr.103, 811 - 815;
103, 845 - 847 (1961)

LEBENS LAUF

Am 2. September 1935 wurde ich als Sohn des Landesversicherungsinspektors Georg-Heinrich Suchan und seiner Ehefrau Hildegard, geborene Greil, in Breslau geboren.

Von September 1942 bis April 1944 besuchte ich die Volksschule in Breslau. Nach der Flucht Ende Januar 1945 kam ich im Jahre 1946 in die Volksschule in Runding bei Cham.

Im Februar 1947 trat ich in das humanistische Gymnasium Metten ein, das ich bis Juli 1949 besuchte. Im September 1949 wechselte ich zum humanistischen Gymnasium in Cham über. Dort legte ich 1956 das Abitur ab.

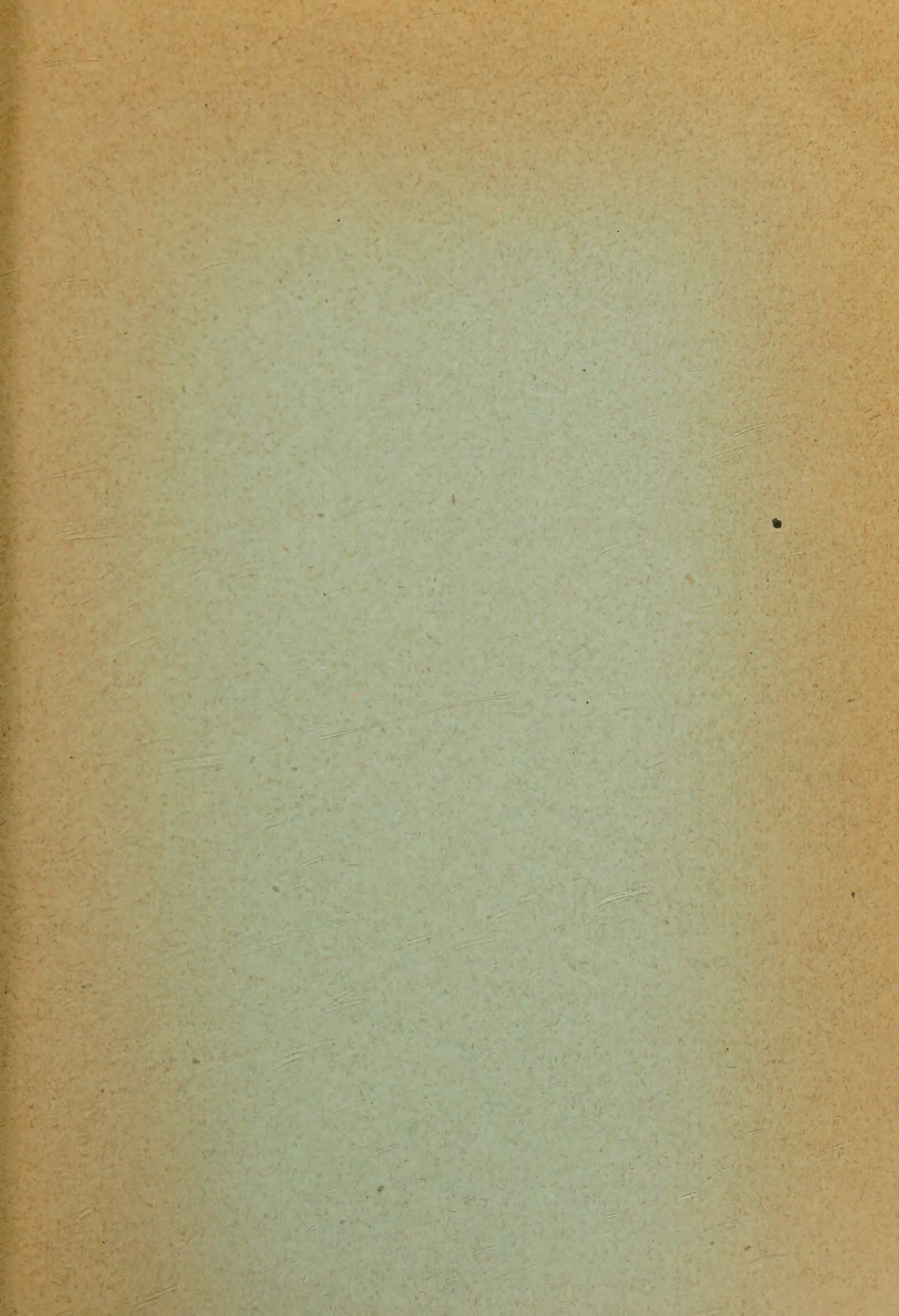
Im Wintersemester 1956/57 begann ich an der Universität Würzburg zu studieren. Nach dem Wintersemester 1958/59 legte ich hier die ärztliche Vorprüfung und nach dem Wintersemester 1961/62 die ärztliche Prüfung ab.

Zur Zeit arbeite ich als Medizinalassistent im Kreiskrankenhaus Hassfurt. Ich beabsichtige, Internist zu werden.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

Peter Suchan



BöhrerDRUCK

Würzburg